R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA
LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA

23.

R. PEROTTI E C. RUSO

STUDI
CONCERNENTI L'AZIONE DEL CARBONE
SULLA VEGETAZIONE

II MEMORIA

PISA
TIPOGRAFIA EDITRICE MARIOTTI PACINI
Via della Faggiola, 9
1928

R. PEROTTI E C. RUSO

STUDI

CONCERNENTI L'AZIONE DEL CARBONE

SULLA VEGETAZIONE

II MEMORIA

L'anno scorso si ebbe occasione di sperimentare nei Laboratori di Patologia e Batteriologia del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa, l'efficacia di alcuni preparati a base di carbone, denominati « Vegetina » e « Vigorina ». Dei risultati conseguiti fu data, a suo tempo, ampia e dettagliata relazione. (1)

Però, la notevole presenza in quei composti di carbone pulverulento, indirizzava il Laboratorio alla ricerca su più vasta scala dell'azione esplicata da questo corpo nei riguardi dello sviluppo vegetale e delle cause per cui tale azione viene a determinarsi. Ricerche di Laboratorio quindi, da un lato, e ricerche di campo, dall'altro, furono all'uopo stabilite.

Di esse, qui si viene a riferire.

I. — *PROVE COLTURALI.*

I. *Parcelle in rotazione con carbone e «Vigorina».*

In continuazione delle esperienze dell'anno decorso, 12 parcelle di cui 4 a « Vigorina », 4 a carbone e 4 a controllo, furono seminate in rotazione con le colture successive.

---

(1) Perotti R. e Adler S. — ***Sull'impiego del carbone e di alcuni suoi preparati negli speciali riguardi fitopatologici.*** Boll. R. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1927.

Il piano sperimentale di queste parcelle viene fissato nel seguente prospetto:

1926-27	1927-28	
1. fava da foraggio	frumento	« Vigorina »
2. frumento	fava da foraggio	Carbone
3. trifoglio pratense	frumento	Controllo
4. frumento	trifoglio pratense	Controllo

Furono praticati i comuni lavori, sia preparatori che colturali, ma non furono aggiunte concimazioni di sorta.

La favetta fu seminata l'11 novembre 1927, a distanze di cm. 20; il frumento fu seminato nello stesso giorno, alla distanza di cm. 10! il trifoglio fu seminato a spaglio nel marzo 1928.

L'andamento colturale durante tutto il periodo di esperienza può ritenersi normale. Per le fave non si sono avuti a lamentare i forti attacchi parassitari che costrinsero l'anno scorso ad anticiparne la raccolta, per cui questa avvenne regolarmente dopo il periodo di maturazione dei frutti e, cioè, il 12 maggio 1928.

Il prodotto dopo raccolto venne essiccato all'aria; quindi pesato, tenendo conto del numero degli steli.

I dati avuti furono i seguenti:

	N. degli steli	Peso complessivo kg.	Peso medio dello stelo kg.
Parcella Controllo	233	3,200	13,7
» con «Vigorina» . .	243	3,300	14,0
» » carbone (1) . .	225	2,850	12,6

(1) Le parcelle trattate con solo carbone misurano la metà delle altre parcelle; i dati sopra riferiti sono stati riportati alla superficie delle altre.

Il frumento — la cui vegetazione si è dimostrata, come per la favetta, più rigogliosa e più robusta nelle parcelle con carbone, indi in quelle di controllo infine in quelle con « Vigorina » — fu mietuto il 10 luglio. Fu essiccato all'aria, e anche di esso furono contati i culmi, fu preso nota del peso complessivo e di quello della spiga risultandone i dati che seguono:

		Numero dei culmi	Peso comples. gr.	Peso medio del culmo con la spiga gr.	N. delle spighe	Peso totale delle spighe gr.	Peso della spiga gr.
Parcella Controllo . .	1	111	430	3.87	105	85	0.76
	2	133	440	3.31	91	45	0.49
» con «Vigorina»	1	62	210	3.28	56	35	0.62
	2	57	135	2.72	50	28	0.56
» » carbone .	1	68	320	4.70	74	60	0.81
	2	42	170	4.05	46	30	0.65

Le conclusioni da trarsi da questa prima prova sono di scarso interesse:

1. — Per la coltura di fava la « Vigorina » che contiene anidride fosforica, ha fornito prodotto in proporzioni leggermente superiori a quello delle altre parcelle.

In quelle a carbone ed a controllo i risultati sono stati presso a poco uguali.

2. — Per la coltura di frumento la « Vigorina » ha fornito i risultati peggiori; mentre quelli del carbone sono alquanto inferiori a quelli del controllo.

3. — Non apparisce, quindi, un'azione postuma della « Vigorina » quale era stata preconizzata dal fornitore del prodotto; ed il carbone non sembra esplicare azione nel secondo anno di coltura.

2. — *Parcelle a frumento con carbone in quantità proporzionalmente crescenti.*

Queste esperienze trovano la loro ragion d'essere, nel fatto che, constatata nel decorso anno agrario la favorevole influenza del carbone sulla vegetazione, si rendeva opportuno di stabilire in quali proporzioni questo si fosse dovuto somministrare.

Per cui, 10 parcelle di m. 1,5×5 furono destinate a frumento con aggiunta in esse di carbone in quantità varie e corrispondenti a Ql. 1-8 ad Ha.

Più precisamente:

Parcella	n.	1	—	Carbone	Ql.	1	ad Ha.
»	»	2	—	»	»	2	» »
»	»	3	—	»	»	3	» »
»	»	4	—	»	»	4	» »
»	»	5	—	»	»	5	» »
»	»	6	—	»	»	6	» »
»	»	7	—	»	»	7	» »
»	»	8	—	»	»	8	» »
»	»	9	—	Controllo			
»	»	10	—				

Le parcelle furono lavorate normalmente e — sempre senza aggiunta di alcun concime — seminate il 10 novembre 1927.

Lo sviluppo fu nel primo tempo regolare e non dette adito ad apprezzamenti sensibili. Dopo qualche mese dalla semina però si incominciarono a notare differenze sensibili; differenze che si mantennero, ora esaltandosi, ora attenuandosi, durante tutto il periodo vegetativo. Esse riguardano il maggiore e minore sviluppo erbaceo del frumento che fu, nelle parcelle con carbone, sempre più intenso che non in quelle a controllo; e in esse maggiore fino a Ql. 2-3, indi decrescente fino al punto da essere paragonabile nelle ultime (Ql. 6-8) a quello delle parcelle di controllo.

Verso la fine della stagione e ad un mese circa dal raccolto, tali differenze, per quanto riguarda le parcelle con carbone 1-4, vennero ad attenuarsi, pur risultando però sempre migliore la produzione in quelle con Ql. 2-3 di carbone.

Infatti, in queste lo sviluppo delle piante fu meraviglioso, raggiungendo esse circa m. 2 di altezza, ciò che provocò un maggiore, se pur poco sensibile, allettamento causato da forti venti li libeccio (1).

---

(1) Alcune misure eseguite sulle piante a maturazione dettero questi risultati: Parcella n. 2, altezza massima m. 1,85
» » 3 » » » 1,87
» » 4 » » » 1,88

Fig. 1. — Aspetto dello sviluppo del frumento nelle parcelle a Ql. 1-4 di carbone e nel Controllo.

L'accestimento nelle parcelle in questione risultò abbastanza soddisfacente; e la conta dei culmi prodotti da ogni pianta fu il seguente:

	N. piante	N. culmi	culmi in media per ogni pianta
Parcella n. 1	115	1151	10,00
» » 2	154	1683	10,93
» » 3	178	2141	12,03
» » 4	154	1626	11,20
» » 5	55	344	6,74
» » 6	41	210	5,12
» » 7	80	428	5,03
» » 8	24	166	6,91
» » 9	50	301	6,02
» » 10 Controllo	34	217	6,39

Il 10 luglio il grano fu mietuto; fu essiccato all'aria; quindi ,come per le altre prove, si procedette alle opportune determinazioni.

	Numero del culmi	Peso complessivo gr.	Peso medio del culmo (con la spiga) gr.	Numero delle spighe	Peso delle spighe kg.	Peso medio della spiga gr.
Parcella 1	1151	6.500	5.63	1076	1.207	1.12
» 2	1683	9.100	5.46	1810	1.497	0.82
» 3	2141	9.600	4.48	1903	1.430	0.75
» 4	1626	8.200	5.04	1126	1.300	1.15
» 5	344	1.700	4.94	555	0.540	0.96
» 6	210	1.200	5.71	170	0.290	1.70
» 7	428	1.800	4.20	292	0.335	1.49
» 8	166	0.800	4.83	167	0.270	1.61
» 9	301	1.400	4.65	258	0.270	1.04
» 10	217	1.000	4.60	175	0,205	1.17

Questi risultati appaiono veramente impressionanti.

Aumento di prodotto parcella n. 3 in relazione al controllo: 700 %.

Non è il caso di sopravalutarli, tenuto conto della limitata estensione delle prove; ma è certo non fuori di luogo di riconoscere la opportunità di determinare convenientemente la portata dei fenomeni e di indagarne la natura.

Singolare è poi il fatto che dalla 4.ª parcella in giù l'entità del prodotto subisce una *brusca depressione,* anzichè una lenta diminuzione.

Poichè in altre prove (1), fu accertato che in terreni trattati con carbone o composti di carbone, il numero dei germi terricoli risultò notevolmente aumentato anche quest'anno si volle ripetere, per le parcelle dell'ultima esperienza, la conta dei microrganismi in tre epoche differenti. Risultò quanto segue:

(1) Perotti R. e Adler S. *Op. cit.*. pag. 15.

		N. dei germi per grammo di terra		
		Marzo	Aprile	Giugno
Presella N. 1	cm 10	275.000	135.000	1.600.000
	» 20	385.000	180.000	1.560.000
	» 20	175.000	120.000	1.400.000
» » 2	cm. 10	910.000	200.000	1.630.000
	» 20	330.000	190.000	1.600.000
	» 30	155.000	210.000	1.550.000
» » 3	cm 10	375.000	210.000	1.800.000
	» 20	350.000	220.000	1.940.000
	» 30	90.000	220.000	1.900.000
» » 4	cm. 10	425.000	200.000	2.400.000
	» 20	305.000	160.000	1.840.000
	» 30	140.000	150.000	1.420.000
» » 5	cm. 10	340.000	300.000	1.700.000
	» 20	180.000	185.000	1.600.000
	» 30	375.000	240.000	1.840.000
» » 6	cm. 10	615.000	150.000	1.640.000
	» 20	190.000	225.000	1.500.000
	» 30	315.000	150.000	1.320.000
» » 7	cm. 10	200.000	75.000	1.116.000
	» 20	135.000	115.000	1.000.000
	» 30	675.000	100.000	900.000
» » 8	cm. 10	430.000	100.000	1.112.000
	» 20	815.000	125.000	1.440.000
	» 30	115.000	190.000	580 000
» » 9	cm. 10	405.000	100.000	1.880.000
	» 20	370.000	145.000	1.640.000
	» 30	230.000	150.000	1.114.000
» » 10	cm. 10	380.000	140.000	1.220.000
	» 20	295.000	150.000	760.000
	» 30	300.000	215.000	700.000

Queste cifre, nel loro insieme, dicono come, in un primo tempo, al disordine del regime microbico (dovuto ad un lungo periodo di incoltura e di abbandono delle parcelle) non abbia fatto seguito un pronto normale equilibrio. In seguito, però, si è dimostrato che a questo ci si è andati avvicinando con notevole vantaggio per le parcelle nelle quali fu maggiore la produzione e, cioè, in quelle dove il carbone fu somministrato in ragione di Ql. 2-4 ad Ha.

3. — *Prove in campo presso il podere di « Piaggia » del R. Istituto Superiore Agrario e la Tenuta « S. Lorenzo » a Grosseto.*

Contemporaneamente alle prove soprariportate ne furono istituite altre di una certa estensione in pieno campo.

La prima riferiscesi al Podere di « Piaggia » di questo R. Istituto Superiore.

Un campo, cioè, di circa 2000 mq., seminato per quasi tutta la sua estensione a frumento e soltanto in piccola parte a segale, fu diviso in due parcelle uguali: ognuna di esse misurava conseguentemente mq. 1000.

La semina avvenne sopra una coltura intercalare (bietole da foraggio) interposta al grano. Fu eseguita a macchina il 25 ottobre 1927. Il seme della varietà Gentil Rosso Passerini fu sparso in ragione di Kg. 110 ad Ha.

Alcun tempo dopo, e, cioè, il 24 gennaio 1928, fu sparso il carbone nella quantità corrispondente a Ql. 5 ad Ha; quindi si erpicò.

L'andamento colturale, favorito dalla stagione relativamente buona, potè ritenersi normale fino al giorno in cui, ai primi di maggio, continue piogge e forti venti, non determinarono un parziale allettamento. Per tutto il periodo però fu notato nella parte in cui fu sparso carbone che il frumento present-

vasi un poco più alto ed un poco più intensamente verde che non in quello di controllo.

Il 7 luglio furono mietuti frumento e segale e, previo essiccamento, fu proceduto alla trebbiatura: da essa si trassero i dati seguenti:

	Frumento		*Segale*	
	con paglia	granella	con paglia	granella
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
Carbone . . .	950	118	55	12
Controllo . .	1060	159	55	12

Qui i risultati ponderali non sono favorevoli per il frumento; sono indifferenti per la segale. E' giusto però di rilevare:

1.) che trattasi di terreno fertile, per aver raggiunto, dopo molti anni, un normale regime colturale;

2.) che il terreno stessso era stato abbondantemente concimato con letame, oltre che con il perfosfato;

3.) che lo spargimento del carbone avvenne in ritardo, in copertura, e fu interrato insufficientemente anzichè, come nelle esperienze sotto il n. 2, a mezzo dei lavori preparatori della semina.

4.) che la quantità di carbone somministrata fu eccessiva.

Tali circostanze debbono avere il loro valore ed i risultati ottenuti vanno perciò accettati con riserva.

La seconda prova fu eseguita in Maremma presso Grosseto; più precisamente in Tenuta di « S. Lorenzo » mercè la gentile concessione dei proprietari Sigg.ri F.lli Porciatti e l'interessamento del Direttore Tecnico Sig. Ernesto Selvatici.

Due ettari di terra, situati nelle stesse condizioni, furono divisi in due parti lasciandone una di controllo e spargendo nell'altra carbone (alla semina) in ragione di Ql. 5 ad Ha.

La semina, con Gentil Rosso Passerini, avvenne nella prima metà di novembre. Il grano successe ad una coltura di rinnuovo concimata con stallatico ed ebbe alla semina Kg. 500 di perfosfato ad Ha.

Fino alla primavera, e cioè, fino a che persisterono le pioggie prolungantesi per tutto marzo e parte di aprile il frumento con carbone risultò (anche a giudizio del Tecnico Amministratore) di colore un poco più intenso rispetto a quello di controllo. Inoltre il frumento trattato era meglio accestito e più robusto.

Prelevati in quest'epoca due campioni di terra per l'esame batteriologico si ebbe:

terreno non trattato: 515.000 germi per gr. 1 di terra;
terreno con carbone: 810.000 germi per gr. 1 di terra

Per il secondo campione si notò una maggiore umidità ed uno svolgimento più intenso dei processi putrefattivi.

La raccolta avvenne il 10 luglio e i dati da essa forniti, furono i seguenti:

in terreno trattato con carbone	paglia: Ql. 37	ad Ha
	granella: » 18,25	»
» » non trattato	paglia: Ql. 35	ad Ha
	granella: » 17,50	»

In queste prove si ebbe aumento di prodotto. Senonchè, ciò che maggiormente richiamò l'attenzione fu la *diversità dell'aspetto* dei grani raccolti nell'uno e nell'altro campo.

Premesso che l'anno in corso è stato caratterizzato, come in parte l'anno precedente, dalla cosidetta « stretta », il grano non trattato si presentava di aspetto deficiente, grinzoso: era

leggero e mal nutrito. Il grano trattato con carbone, invece, era di aspetto normale.

Furono prelevati dell'uno e dell'altro diversi campioni; furono prese 1000 cariossidi e pesate:

Peso di 100 cariossidi provenienti da terreno non trattato: gr. 39,150.

Peso di 100 cariossidi provenienti da terreno trattato con carbone gr. 40,050.

Questa differenza di peso sta ad indicare il differente grado di nutrizione del frumento.

Per giudicare equamente dei reperti ottenuti in « San Lorenzo » a Grosseto, non si può non tener conto di quanto è stato sopra rilevato per quelli del Podere di « Piaggia » in Pisa.

Il modesto aumento di prodotto ottenuto nel primo caso va considerato in rapporto alla minore fertilità del terreno confrontata con quella del secondo che non dette alcun aumento.

Se poi si rifletta che le esperienze delle dieci parcelle a dose progressiva di carbone si svolgevano contemporaneamente a quelle, di cui ora si riferisce, e che quindi *si ignorava la quantità ottima di carbone da somministrare,* è da ritenersi che il parziale insuccesso riportato alle « Piagge » più che a « San Lorenzo » sia presumibilmente da ascriversi, in prevalenza, alla dose eccessiva dei 5 Ql. di carbone impiegato.

Difatti, nella stessa prova delle 10 parcelle, da Ql. 5 di carbone si è ottenuto prodotto: Kg. 1,700; nel controllo media: Kg. 1,200. Si è quindi molto vicini.

Evidentemente, nuove prove dovranno essere istituite con terreni poco fertilizzati, interrando convenientemente il carbone avanti la semina ed impiegando di questo la quantità *ottima* che dovrà aggirarsi tra i 2 ed i 4 Ql. ad Ha.

4. *Esperienze su colture da rinnuovo.*

Nel podere di « Piaggia » del R. Istituto Agrario fu eseguita ancora un'esperienza su mais e per un'estensione considerevole di terreno.

L'appezzamento a carbone — Ql. 3 ad Ha — misurava mq. 1870; quello a controllo mq. 1300.

L'interramento del carbone avvenne con erpice: la semina ebbe luogo il 12 aprile ed il raccolto il 23 agosto 1928.

Si raccolse:

campo a carbone (mq. 1870)	peso delle granella	kg.	206,3
	» » pannocchie	»	315,0
» di controllo (mq. 1300)	» » granella	»	137.5
	» » pannocchie	»	165,0

Riferito a mq. 1000:

campo a carbone	peso delle granella	kg.	110,31
	» » pannocchie	»	168,45
» di controllo	» » granella	»	105,76
	» » pannocchie	»	126,90

Risultati buoni, come vedesi: aumento dal 5 al 33 per cento. Inoltre l'aspetto delle cariossidi si presentava notevolmente diverso. Quelle provenienti dal terreno con carbone erano grosse, fresche, nutrite; le altre misere e rachitiche.

Si riscontrò lo stesso fenomeno già rilevato per il frumento:

Peso di 1000 cariossidi (carbone) gr. 202.
Peso di 1000 cariossidi (controllo) gr. 192.

Se la proporzione di carbone impiegata in questo caso fu normale, il suo interramento però non fu quello desiderabile,

perchè non avvenne con i lavori preparatori: di più il terreno era concimato e letamato. In altre condizioni — quelle rilevate per i risultati del frumento — certo il prodotto sarebbe stato maggiore.

Comunque, è a rilevarsi che il successo si ebbe nonostante l'estate molto calda ed asciuttissima.

Esperienze su mais furono pure eseguite nel campo sperimentale dei Laboratori di Patologia e Batteriologia

Furono all'uopo preparate due parcelle di mq. 3,75 di superficie ed il 15 aprile in esse furono seminate cariossidi di granoturco alla distanza di 20 centimetri. In una fu aggiunto, poco avanti la semina, carbone pulverulento in ragione di Ql. 3 ad Ha.

L'andamento colturale si mantenne sempre, in modo evidente, favorevole nella parcella con carbone.

Il 25 agosto fu tagliato; seccato all'aria e pesato. Si ebbe:

	peso complessivo	peso pannocchie	peso cariossidi
	Kg.	Kg.	K.
parcella di controllo	3,500	1,800	1,500
» con carbone	4,200	2 —	1,800

Questi risultati ottenuti nelle parcelle sperimentali sono ancor più lusinghieri che non quelli ottenuti nei campi delle « Piaggie » e ciò in relazione sempre allo stato di minore fertilità delle prime in rapporto a quello dei secondi.

Infine, fu provato sul pomodoro.

In una lunga parcella trovarono posto 120 piante di pomodoro. Essa fu divisa in 6 parti uguali, ognuna comprendente 20 piante, rispettivamente appartenenti a tre varietà.

Le parcelle n. 1, 3, 5 furono trattate con carbone pari a Ql. 3 ad Ha.

Le parcelle 2, 4, 6 furono mantenute di controllo.

Il prodotto venne tutto, via via che maturava, raccolto. Fu tenuto conto esattamente dei pesi singoli, indi del complessivo risultante che qui viene trascritto:

parcella n.	1 (carbone)	Kg. 5,270
»	» 2 (controllo)	» 3,295
»	» 3 (carbone)	» 6,300
»	» 4 (controllo)	» 5,705
»	» 5 (carbone)	» 6,010
»	» 6 (controllo)	» 6,180

In linea di massima i risultati conseguiti possono dirsi favorevoli. E tanto più ove le condizioni del suolo (parc. 1 e 2) erano prettamente deficienti.

5. *Esperienze in vaso.*

Le esperienze eseguite l'anno decorso in vaso, sebbene di carattere solo indiziario, furono alquanto dimostrative.

Per una migliore comprensione del fenomeno, quest'anno furono ripetute partendo da criteri diversi.

30 vasi, della stessa capacità, furono divisi in tre serie: una con terra fortemente argillosa, una con terra argillosa e sabbia d'Arno a peso uguale, una infine, con semplice sabbia d'Arno. Due vasi di ogni serie furono tenuti come controllo, negli altri fu somministrato carbone in ragione di Ql. 1-8 ad Ha. La semina, con grano Gentil Rosso, fu eseguita il 3 dicembre 1927. I vasi furono tenuti per tutto l'inverno all'aperto e solo al primo di maggio furono messi a vegetare al riparo di una tettoia e ciò al fine di preservarli da eventuali pioggie, in tal modo favorendosi le condizioni della « stretta » che, del resto in quest'anno si è verificata naturalmente.

Lo sviluppo fu un poco lento, ma normale; e differenze in esso furono notate nei vasi con dosi diverse di carbone fin dall'inizio della vegetazione. Esse divennero in seguito più evidenti specialmente nei vasi non contenenti che sabbia, metà terra e metà sabbia. Le fotografie unite lo attestano (Figure 2 e 3).

Con le differenze di sviluppo si riscontrano differenze nell'epoca della maturazione.

Nei vasi di controllo la maturazione fu più rapida.

Una volta portati al riparo delle pioggie sotto la tettoia, dopo poche giornate di sole e di caldo, le spighe dei vasi senza carbone accelerarono la maturazione, ciò che non avvenne nei vasi dove era carbone, per il fatto — come in appresso sarà illustrato — che in essi maggiore fu la quantità di acqua trattenuta.

Il 16 giugno 1928 il grano fu tagliato; fu essiccato all'aria e pesato, risultandone i dati che seguono:

Fig. 2. — Coltura di frumento in sabbia + argilla con dosi crescenti di carbone

Fig. 3. — Coltura di frumento in sabbia con dosi crescenti di carbone

	1ª Serie: vasi con terra			2ª Serie: vasi con sabbia			3ª Serie: vasi con sabbia e terra		
	N. dei culmi	peso complessivo	peso medio del culmo (con la spiga)	N. dei culmi	peso complessivo	peso medio del culmo (con la spiga)	N. dei culmi	peso complessivo	peso medio del culmo (con la spiga)
1. Controllo	6	10.500	1.75	5	1.250	0.25	6	8.500	1.41
2. Q.li 1	4	2.200	0.55	4	1.200	0.30	13	13.500	1.04
3. Q.li 2	7	6.500	0,93	5	2.700	0.54	5	8.600	1.72
4. Q.li 3	12	17.600	1.46	7	4 300	0.61	9	7.500	0.83
5. Q.li 4	4	4.100	1.02	6	2.650	0.44	3	3.600	1.20
6. Q.li 5	6	3.200	0,53	4	1.500	0.37	6	5.600	0.93
7. Q.li 6	6	7.450	1.24	6	2.300	0.38	9	17.500	1 94
8. Q.li 7	6	9 —	1.50	5	2.250	0,45	5	3.700	0.74
9. Q.li 8	8	12.500	1.56	5	1.800	0.36	9	9.300	1.03
10. Controllo	2	0.100	0.05	5	1.200	0.24	6	8 —	1.33

Si nota in essi il fatto che i pesi del prodotto non seguono un andamento regolare se non nel caso della sabbia d'Arno, il che è da attribuirsi alla poca uniformità della terra impiegata.

Il fenomeno quindi, che si presenta puro soltanto nella seconda serie di vasi, conferma i reperti della esperienza delle 10 parcelle (n. 2) circa l'azione progressivamente vantaggiosa del carbone con dosi da 1 a 4 Ql.

Inoltre, la prova mette in evidenza la resistenza delle piante trattate alle condizioni della « stretta ».

Altra esperienza in vaso da ricordarsi è quella istituita a ricercare un'azione eventuale delle ceneri contenute nel carbone. N. 10 vasi di uguale capacità furono riempiti di un miscuglio omogeneo di sabbia e terra. Furono seminati con cariossidi di grano marzuolo. Due di essi si lasciarono come controllo; in quattro fu aggiunto carbone in proporzioni corrispondenti a Ql. 5 ad Ha; in quattro fu interrato il prodotto dell'incenerimento delle corrispondenti quantità di carbone.

La vegetazione in questi vasi riuscì deficiente per tutti: in particolare dove vennero aggiunte le ceneri, tanto che in questo caso si dovette sostituire la prima semina fallita con nuovi grani previamente fatti sviluppare in germinatoio.

Verso la fine di luglio il grano fu mietuto e pesato:

	peso complessivo gr.	n. degli steli —	n. delle spighe —
Carbone	4 —	8	5
	6 —	9	9
	4,30	6	4
	4,40	10	6
Controllo	4,50	10	8
	9,50	15	10
Ceneri	2,40	6	1
	3,10	10	—
	2,45	6	—
	0,80	3	—

Per quanto poco eloquente il risultato, esso sta ad indicare che alle ceneri del carbone — nelle proporzioni di esperienza — non sembra doversi ascrivere alcun effetto sulla vegetazione che mascheri o sopravanzi quello, ben evidente e favorevole — come deducesi dal presente studio — da attribuirsi al carbone in sè stesso.

II. — *PROVE DI LABORATORIO.*

Constatato come, in linea di massima e in condizioni non del resto tutte chiarite, il carbone, somministrato in determinata misura al terreno, apporti sensibili vantaggi alla vegetazione era naturale come, in pari tempo, si dovesse indagare il certamente suo complesso meccanismo di azione.

L'attenzione si è fermata innanzi tutto su quanto fu accennato nel precedente lavoro: che cioè la sua efficacia debba ascriversi, più che alle sue proprietà assorbenti per i gas, all'adsorbimento di corpi liquidi od in soluzione nel terreno.

Per eseguire le opportune ricerche fu ideato un dispositivo quale quello disegnato in Fig. 4.

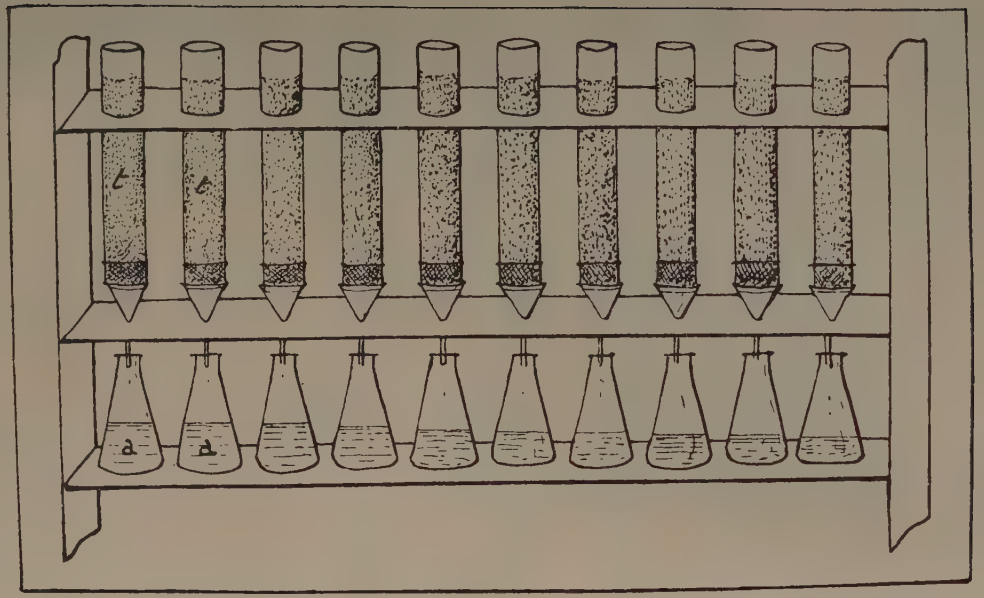

Fig. 4. — Schema del dispositivo adottato per la determinazione del potere di adsorbimento del terreno addizionato di carbone.

In un tubo di vetro *t* veniva posto un noto peso uniformemente pressato di terreno. La estremità superiore del tubo rimaneva aperta, si che di li potesse venire somministrato il liquido; l'altra estremità era chiusa con tela permeabilissima e poggiata ad un imbuto, si che in una sottostante beuta *a* si raccogliesse il liquido percolante.

Furono allestite sette serie di tubi a differente altezza: ogni serie si componeva di 10 o 5 tubi, nei primi due de quali. da servire quale controllo, era messa terra solamente; negli altri alla terra era aggiunto carbone nelle proporzioni da gr. 1 ad 8.

A. — La prima esperienza fu eseguita per provare le eventuali *differenze di adsorbimento in rapporto all'acqua.*

a) con tubi dell'altezza di cm. 5; terra per ogni tubo gr. 100; acqua versata cc. 200.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi:	1	controllo —	acqua percolata cc. 166,80
	2	» —	» » 166,75
	3	carbone gr. 1 —	» » 165,40
	4	» » 2 —	» » 165 —
	5	» » 3 —	» » 164,80
	6	» » 4 —	» » 164,20
	7	» » 5 —	» » 163,20
	8	» » 6 —	» » 163,20
	9	» » 7 —	» » 163,80
	10	» » 8 —	» » 161,80

b) con tubi dell'altezza di cm 10; terra per ogni tubo gr. 210, acqua versata cc. 250.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi:	1	controllo		—	acqua percolata	cc. 197,90
	2	»		—	»	» 197,80
	3	carbone	gr. 1	—	»	» 197,30
	4	»	» 2	—	»	» 195,70
	5	»	» 3	—	»	» 193,60
	6	»	» 4	—	»	» 191,65
	7	»	» 5	—	»	» 189 —
	8	»	» 6	—	»	» 187,70
	9	»	» 7	—	»	» 184 —
	10	»	» 8	—	»	» 180 —

c) con tubi di cm 20; terra per ogni tubo gr. 320; acqua versata cc. 350.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi:	1	controllo		—	acqua percolata	cc. 255,10
	2	»		—	»	» 256,10
	3	carbone	gr. 1	—	»	» 352 —
	4	»	» 2	—	»	» 248,90
	5	»	» 3	—	»	» 245 —
	6	»	» 4	—	»	» 241,85
	7	»	» 5	—	»	» 238,15
	8	»	» 6	—	»	» 234 —
	9	»	» 7	—	»	» 229 —
	10	»	» 8	—	»	» 225 —

d) con tubi di cm. 25: terra per ogni tubo gr. 450; acqua versata cc. 350.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi:	1	controllo		— acqua percolata cc.		266,70
	2	»		— »	»	» 266,50
	3	carbone gr.	1	— »	»	» 261 —
	4	»	» 2	— »	»	» 255 —
	5	»	» 3	— »	»	» 255 —
	6	»	» 4	— »	»	» 252 —
	7	»	» 5	— »	»	» 252 —
	8	»	» 6	— »	»	» 250 —
	9	»	» 7	— »	»	» 249 —
	10	»	» 8	— »	»	» 248,70

e) con tubi di cm. 30: terra per ogni tubo gr. 500; acqua versata cc. 350.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi:	1	controllo		— acqua percolata cc.		244,40
	2	»		— »	»	» 245 —
	3	carbone gr.	1	— »	»	» 240,40
	4	»	» 2	— »	»	» 240 —
	5	»	» 3	— »	»	» 237,60
	6	»	» 4	— »	»	» 237 —
	7	»	» 5	— »	»	» 234 —
	8	»	» 6	— »	»	» 233,70
	9	»	» 7	— »	»	» 232 —
	10	»	» 8	— »	»	» 222 —

f) con tubi di cm. 35: terra per ogni tubo gr. 575; acqua versata cc. 400.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi: 1	controllo		—	acqua percolata	cc.	284,60
2	»		—	»	»	284,50
3	carbone	gr. 1	—	»	»	283,70
4	»	» 2	—	»	»	283,40
5	»	» 3	—	»	»	282,70
6	»	» 4	—	»	»	281,70
7	»	» 5	—	»	»	281,60
8	»	» 6	—	»	»	280,70
9	»	» 7	—	»	»	280,40
10	»	» 8	—	»	»	?

g) con tubi di cm. 40: terra per ogni tubo gr. 1100; acqua versata cc. 400.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi: 1	controllo		—	acqua percolata	cc.	300 —
2	carbone	gr. 1	—	»	»	300 —
3	»	» 3	—	»	»	299 —
4	»	» 5	—	»	»	298,70
5	»	» 7	—	»	»	298 —

h) con tubi di cm. 50: terra per ogni tubo gr. 1200; acqua versata cc. 400.

Volume dell'acqua percolata dopo 30 ore:

N. dei tubi: 1	controllo		—	acqua percolata	cc.	312 —
2	carbone	gr. 2	—	»	»	311,90
3	»	» 4	—	»	»	311,90
4	»	» 6	—	»	»	311,85
5	»	» 8	—	»	»	311,80

I dati ottenuti dalle prime tre serie sperimentali, che risultarono i più interessanti, sono trasformati — eseguendo la differenza tra il volume dell'acqua percolata nel controllo e nelle altre prove — negli annessi grafici.

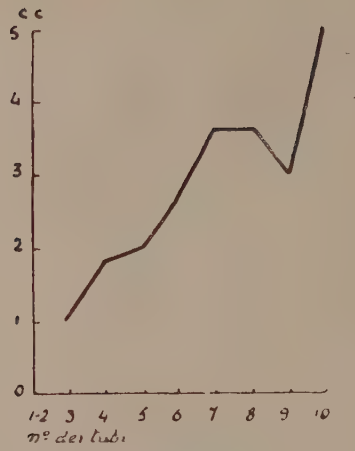

Fig. 5 - Tubi dell'altezza di cm. 5

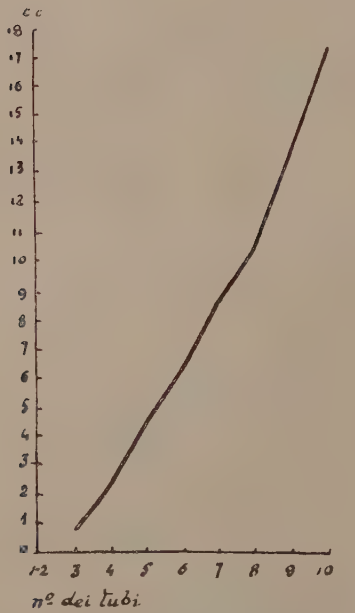

Fig. 6 - Tubi dell'altezza di cm. 10

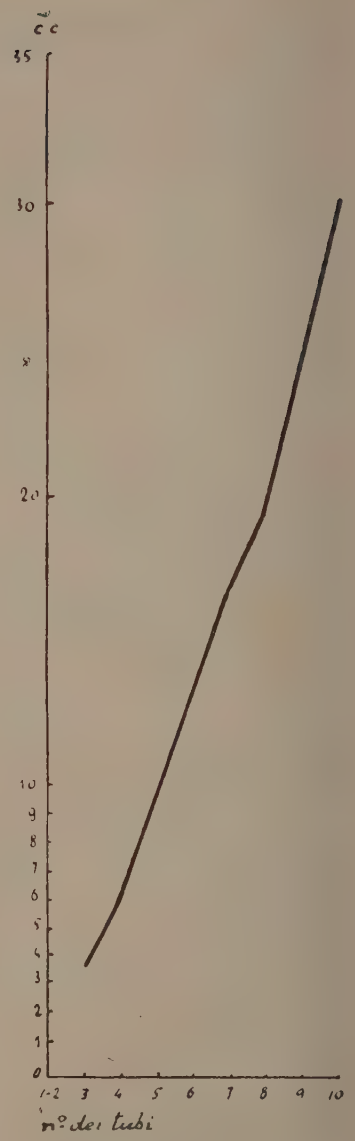

Fig. 7 - Tubi dell'altezza di cm. 20

I diagrammi dimostrano chiaramente che il carbone aggiunto al terreno aumenta il potere adsorbente di questo per l'acqua. Non solo, ma la capacità di adsorbimento sembra essere in proporzione con la quantità di carbone aggiunto al terreno: poichè essa cresce — fino ad un certo limite massimo — con il crescere di essa quantità. Il fenomeno rimane più evidente nei tubi corrispondenti ad uno strato di terreno di cm. 20.

Con gli altri tubi a strato più alto di terra il fatto è prima ridotto, poi annullato.

I tubi in cui fu versata l'acqua furono lasciati a sè per un certo tempo, dopo del quale si credette opportuno di determinare l'umidità residua per controllare in quale di essi l'acqua fosse trattenuta in maggiore o minore copia.

Tale ricerca si estese a tutte le serie di tubi.

a) tubi dell'altezza di cm. 5

tubo n.	1	controllo	—	umidità %	20,24
	2	»	—	»	» 20,23
	3	carbone gr.	1 —	»	» 19,25
	4	»	» 2 —	»	» 19,26
	5	»	» 3 —	»	» 19,27
	6	»	» 4 —	»	» 19,28
	7	»	» 5 —	»	» 19,28
	8	»	» 6 —	»	» 19,30
	9	»	» 7 —	»	» 19,32
	10	»	» 8 —	»	» 18,20

b) tubi dell'altezza di cm. 10:

tubo n.	1	controllo	—	umidità %	23,44
	2	»	—	»	» 23,44
	3	carbone gr. 1	—	»	» 23,43
	4	» » 2	—	»	» 22,45
	5	» » 3	—	»	» 22,44
	6	» » 4	—	»	» 21,70
	7	» » 5	—	»	» 20,80
	8	» » 6	—	»	» 20,40
	9	» » 7	—	»	» 20,10
	10	» » 8	—	»	» 19,30

c) tubi dell'altezza di cm. 20:

tubo n.	1	controllo	—	umidità %	25,40
	2	»	—	»	» 26 —
	3	carbone gr. 1	—	»	» 23,10
	4	» » 2	—	»	» 20,31
	5	» » 3	—	»	» 18,03
	6	» » 4	—	»	» 15,37
	7	» » 5	—	»	» 13,92
	8	» » 6	—	»	» 10,30
	9	» » 7	—	»	» 7,40
	10	» » 8	—	»	» 4,08

d) tubi dell'altezza di cm. 25:

tubo n.	1	controllo	—	umidità %	25,90
	2	«	—	»	25,85
	3	carbone gr. 1	—	»	23,40
	4	» » 2	—	»	20,15
	5	» » 3	—	»	20,20
	6	» » 4	—	»	20,22
	7	» » 5	—	»	18,40
	8	» » 6	—	»	15,80
	9	» » 7	—	»	15,75
	10	» » 8	—	»	13,40

e) tubi dell'altezza di cm. 30:

tubo n.	1	controllo	—	umidità %	26,04
	2	»	—	»	26,10
	3	carbone gr. 1	—	»	23,90
	4	» » 2	—	»	23,85
	5	» » 3	—	»	22,70
	6	» » 4	—	»	22,50
	7	» » 5	—	»	20,75
	8	» » 6	—	»	20,40
	9	» » 7	—	»	19,30
	10	» » 8	—	»	19,25

f) tubi dell'altezza di cm. 35:

tubo n. 1	controllo		—	umidità	%	25,90
2	»		—	»	»	25,90
3	carbone gr.	1	—	»	»	25,70
4	» »	2	—	»	»	25,10
5	» »	3	—	»	»	24,85
6	» »	4	—	»	»	24,10
7	» »	5	—	»	»	23,90
8	» »	6	—	»	»	23,70
9	» »	7	—	»	»	23,50
10	» »	8	—	»	»	23,08

g) tubi dell'altezza di cm. 40:

tubo n. 1	controllo		—	umidità	%	26,—
2	carbone gr.	1	—	»	»	25,90
3	» »	3	—	»	»	25,70
4	» »	5	—	»	»	25,40
5	» »	7	—	»	»	25,10

h) tubi dell'altezza di cm. 50:

tubo n. 1	controllo		—	umidità	%	26,10
2	carbone gr.	2	—	»	»	26 —
3	» »	4	—	»	»	25,80
4	» »	6	—	»	»	25,75
6	» »	7	—	»	»	25,00

L'acqua si dimostra trattenuta maggiormente nei tubi contenenti terra solamente: in quelli in cui fu aggiunto carbone l'umidità risultò decrescere con l'aumento delle proporzioni di carbone impiegato. E' da supporsi al riguardo che debbano intervenire fenomeni fisici, chimici od anche microbiologici che convenga ulteriormente di chiarire.

B. — La seconda esperienza fu eseguita per constatare la eventuale capacità di adsorbimento *nei riguardi dei sali ammoniacali.*

Il procedimento fu il medesimo.

Si provò soltanto con tubi dell'altezza di cm. 20, in quanto essi, più che gli altri, dettero risultati soddisfacenti con l'acqua; e perciò furono versati in ciascuno cc. 350 di soluzione all'1 % di solfato ammonico.

Dopo 30 ore di percolazione si misurò il volume del liquido passato attraverso lo strato di terra dei vari tubi e si determinò la quantità di ammoniaca in essi distillando su magnesia usta. I dati ottenuti furono i seguenti.

Num. d' ordine	QUALIFICA	Liquido percolato c. c.	Quantità di NH_3 in 100 cc. di liquido	Quantità di NH_3 nel liquido percolato	Osservazioni
1	controllo	318.4	0.01190	0.03789	
2	»	318.3	0.01170	0.03724	
3	carbone gr. 1	316.6	0.01224	0.04877	La soluzione di solfato ammonico preparata conteneva NH_3 % gr. 0,0280
4	» » 2	315.4	0.00952	0.03002	
5	» » 3	313.9	0.00646	0.02027	
6	» » 4	311.5	0.00816	0.02541	
7	» » 5	309.4	0.00816	0.02524	
8	» » 6	307.5	0.00884	0.02718	
9	» » 7	302.6	0.00986	0.02983	
10	» » 8	293.8	0.00109	0.03196	

Da essi risulta come notevole sia stata la capacità adsorbente del terreno addizionato di carbone rispetto ai sali di ammonio.

C. — Successivamente, e seguendo lo stesso metodo, si sperimentò con il *nitrato di sodio.*

Versati in ciascun tubo cc. 350 di una soluzione all'1 ‰ di nitrato, dopo 30 ore, si misurò il liquido percolato determinandovi la quantità di nitrato contenutovi.

Le misurazioni del liquido dettero i risultati concordanti con i preceednti; cioè:

1	controllo		liquido	percolato	cc. 304,5
2	»		»	»	» 304,7
3	carbone	gr. 1	»	»	» 298,8
4	»	» 2	»	»	» 298,3
5	»	» 3	»	»	» 288 —
6	»	» 4	»	»	» 280 —
7	»	» 5	»	»	» 278,3
8	»	» 6	»	»	» 276,4
9	»	» 7	»	»	» 273,8
10	»	» 8	»	»	» 261 —

All'analisi il liquido percolato presentò costantemente una concentrazione di sale uguale a quella iniziale. Non ebbesi quindi un adsorbimento, per così dire *diretto* — come si verificò per il solfato ammonico, la cui soluzione percolata risultò impoverita del sale. La quantità di nitrato trattenuta fu in relazione alla minore quantità di liquido percolato; il fenomeno è quindi *indiretto*: ma non per questo scevro del suo valore.

D. — Infine fu sperimentato il potere adsorbente del terreno con aggiunte di carbone nei riguardi del *fosfato bipotassico*.

Qui i fatti si svolsero in modo totalmente diverso. Il volume del liquido percolato andò diminuendo con la norma sopra rilevata ma — sia nei tubi di controllo come negli altri (da cm. 20) — esso non conteneva più traccia di fosfato.

Questo era stato completamente trattenuto — in ogni caso.

CONCLUSIONI

Brevi, semplici, chiare, come l'importanza dei fatti — che apparisce non piccola — consiglia.

Le aggiunte al terreno coltivabile di carbone finemente polverizzato, in proporzioni di 2-3 Q.li ad Ha., in genere, e quanto meno per il Frumento. il Mais ed il Pomodoro, favoriscono - a volte grandemente - la vegetazione (in essa compresa la microflora terricola) e quindi la produzione, di cui è anche migliorata la qualità.

Coefficienti del meccanismo di azione di tale sostanza finora accertati sono:

1. **- una maggiore ritensione di umidità nel suolo,**
2. **- un maggiore adsorbimento dei sali ammoniacali,**
3. **- una minore dispersione di nitrati.**

Ma essi non sono tutto.

Altri ve ne debbono essere che saranno indagati.

Per il momento, la mole ed il significato delle ricerche praticate hanno reso opportuno la comunicazione dei risultati fin qui conseguiti.

Dal Laboratorio di Patologia Vegetale e Batteriologia Agraria
del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa, ottobre 1928 - VII.

Estratto dal *Bollettino del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa*

Volume IV - Anno 1928.